Lane Medical Library

Ueber die praktische Eignung der Injektionsspritzen insbesondere des Carpule-Systems

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung
der Würde eines Doctor medicinae dentariae
bei der Hohen Medizinischen Fakultät der
BAD. RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT
zu Heidelberg

vorgelegt von

ALFRED SCHMITT
Zahnarzt in Mannheim

1930
KONKORDIA A.-G. FÜR DRUCK UND VERLAG, BÜHL-BADEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg

Dekan:	Referent:
Prof. Dr. Schmincke.	Prof. Dr. Blessing.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153303_0056

„Sensibilität" ist in streng wissenschaftlichem Sinne die Tätigkeit des lebenden Protoplasmas, auf Reize zu reagieren. Im allgemeinen Leben bezeichnet man aber mit Sensibilität die Reizbarkeit, die Empfindlichkeit der Nerven. Diese Bezeichnung ist begründet durch die Tatsache, daß bei höher entwickelten Lebewesen bestimmte Nervenendigungen physikalische oder chemische Reize aufnehmen und in Schmerz, Wärme- oder Kältegefühl umwandeln. An sich ist ja der Schmerz eine fürsorgliche und segensreiche Einrichtung, die uns anzeigt, daß wir uns unter schädlichen Lebensbedingungen befinden, sei es, daß eine Gefahr von außen dem Körper droht, oder daß bereits eine Schädigung eingetreten ist, die uns zur Fürsorge mahnt, um schlimme Folgen zu verhindern. Wenn sich der Schmerz in diesem Falle als nützlich erweist, so kann er aber auch zum nutzlosen Quäler werden bei chronischen Krankheitsprozessen; in diesem Falle vernichtet er die Lebensfreude und setzt schon allein durch seine psychische Beeinflussung die Widerstandsfähigkeit des Körpers herab.

Die Heilkunde war daher zu den ältesten Zeiten und bei allen Völkern bestrebt, Mittel zu finden, die Schmerzen zu verhüten, zu beseitigen, oder wenigstens zu lindern. Alte Überlieferungen berichten uns, daß Ägypter und Chinesen, griechische und römische Heilkundige, die berauschenden Eigenschaften von Pflanzengiften kannten und sie auch in Form von zauberhaften Kräuterflüssigkeiten bei ihren Kranken als schmerzlinderndes Mittel in Anwendung brachten. Diese Säfte wurden auch oft als Trank gegeben, um

den Patienten in einen schlafähnlichen Zustand zu versetzen, in welchem dann kleine Heilverfahren durch Schneiden ausgeführt wurden. Dioskorides soll im Jahre 50 n. Chr. zuerst versucht haben, durch Pulverisierung des Steins von Memphis eine Art örtliche Betäubung zu erreichen. Im Mittelalter gebrauchte man, um die Kranken in einen Betäubungszustand zu bringen, sogenannte Schlafschwämme, die mit dem Saft der Alraunwurzel, des Schierlings, des Bilsenkrautes, oder des Mohnes getränkt waren. Die örtliche Betäubung kam erst wieder im 18. Jahrhundert durch James Moore zur Anwendung; er suchte durch Kompression auf den zugehörigen Nervenstamm oder gar nach Durchtrennung desselben das Operationsfeld analgetisch zu machen; aber meist versagte diese Art der Schmerzbetäubung, oder die Folgen waren oft bleibende Lähmungen infolge einer starken Verletzung der motorischen Nervenfasern. In der Mitte des vergangenen Jahrhunderts wurde auf dem Gebiet der örtlichen Schmerzbetäubung ein großer Fortschritt erzielt mit dem Durchfrieren der zu operierenden Stellen, zumal man lernte, die dazu nötige Abkühlung nicht mehr in der ursprünglichen, umständlichen Weise durch eine Eis-Kochsalzmischung, sondern durch eine Verdunstung leicht flüssiger Substanzen zu erzeugen. Richardson gebührt das Verdienst, durch seine Versuche im Jahre 1866 mit Ätherspray eine Methode zur Erreichung der Unempfindlichkeit auf der Haut gefunden zu haben, die heute noch, wenn auch in beschränktem Umfange, im Gebrauch ist. Neben der Betäubung durch die Anwendung physikalischer Hilfsmittel stellte man auch Versuche an, eine lokale Wirkung mit den allgemein betäubenden Mitteln Morphin und Chloroform zu erzielen, weil man glaubte, daß sie nicht nur die Zentralorgane, sondern auch die peripherischen Nervenelemente lähmten, wenn sie beispielsweise mit einer Spritze unmittelbar an diese herangebracht würden. Aber stets erwies sich das als Täuschung. Das erste

wirklich brauchbare und in mancher Beziehung auch heute noch für lokale Zwecke unentbehrliche Betäubungsmittel war das im Jahre 1884 von dem Augenarzt Koller verwendete Kokain.

Die örtliche Betäubung oder Lokalanästhesie

hat in der Chirurgie und in der Zahnheilkunde zum großen Teil die Allgemeinnarkose, besonders bei kleineren operativen Eingriffen, verdrängt. Bei der lokalen Schmerzbetäubung unterscheiden wir eine terminale und eine Leitungsanästhesie. Bei ersterer wird eine Lähmung der in den Organen gelegenen, peripheren sensiblen Nerven hervorgerufen, während bei der anderen Form der Anästhesie eine Unterbrechung der Leitungsfähigkeit eines sensiblen Nervenstammes an irgend einer Stelle zwischen Gehirn und Peripherie stattfindet. Bei beiden Arten der Schmerzbetäubung fand das Kokain allgemeinen Anklang; doch bald zeigte sich die starke Giftigkeit des Kokains; es traten nicht selten bei der Schleimhautbetäubung Todesfälle auf. Erst die von Schleich und Reclus erforschte Anwendungsweise mit bedeutend geringeren Dosen führte zu befriedigenden Ergebnissen. Die Infiltrationsanästhesie wurde noch verbessert durch den Zusatz des Nebennierenextraktes Adrenalin, synthetisch Suprarenin, das eine gefäßverengernde Wirkung hat. Die Industrie suchte bald nach synthetischen Ersatzpräparaten von geringerer Giftigkeit, weniger leichter Zersetzlichkeit und der Möglichkeit des Sterilisierens. Eine Menge Ersatzmittel wurden gefunden, die die gewünschten Forderungen mehr oder weniger erfüllten; als wichtigste wären zu nennen: Akoin, Alypin, Eukain B, Eusemin, Halokain, Nirvanin, Novokain, Prokain, Psikain, Psikonal, Stovain, Tropakokain und in jüngster Zeit Tutokain. Am meisten findet in der Zahnheilkunde heutigentags das Novokain mit Suprareninzusatz Verwendung. Es ist ein von Einhorn 1905 ent-

decktes Salz, das im Verhältnis 1 : 1 in Wasser löslich ist. Selbst bei Anwendung sehr konzentrierter Lösungen fehlen jegliche Reizerscheinungen und die toxischen Wirkungen sind geringer als bei allen bisher gekannten Mitteln. Das von der Firma Bayer & Co. in den Handel gebrachte Tutokain wirkt zweimal stärker bei doppelter Giftigkeit als Novokain. Seine vasodilatatorische Eigenschaft fordert einen höheren Suprareninzusatz, was als eine Schädigungsgefahr betrachtet wird.

Das Instrument für die lokale Anästhesie mittels Lösungen ist die Spritze. Eine gute Spritze soll dicht, leicht zerlegbar und handlich im Gebrauch sein. Die Hauptforderung ist jedoch, daß sie den Regeln der Asepsis entspricht und jeder Art der Desinfektion unterzogen werden kann; vor allem soll sie auskochbar sein. Von den ersten Spritzen des letzten Jahrhunderts soll zunächst die von Pravaz-Béhier Erwähnung finden; sie hatte einen Stempel, der durch Schraubendrehungen am Griff der Stempelstange in der Weise beweglich war, daß eine Umdrehung etwa den 15. Teil des Spritzeninhaltes entleerte. Das Pravaz'sche Instrument war das Prototyp derjenigen Injektionsspritzen, bei denen die Bewegung des Stempels durch Schraubendrehung erfolgte, im Gegensatz zu den jetzt fast ausschließlich angewandten Spritzen, bei welchen dieselbe durch einfaches Auf- und Abschieben der Stempelstange bewirkt wird. Eine Modifikation der Pravaz-Béhier-Spritze war die von Mathieu. Sie ersetzte den Troikart des Pravaz'schen Instrumentes durch eine schraubbare Nadel. Spritzen von Hunter, Coxeter, Young sind mehr oder weniger auch Abarten der Pravaz'schen Spritze.

In Deutschland war die Spritze von Luer die gebräuchlichste; deren Kolben war mit einer Lederkappe überzogen und die Stempelstange mit einer Skala versehen. Der Einstich geschah mit einem aufgesteckten Stahlröhrchen, das in einer Lanzenspitze endigte.

Der Wiener Instrumentenmacher Leiter verwendete Hartkautschuk zur Herstellung der Stempelstange, des Ansatzstückes und der Montierung des Lanzenrohres. Tiemann änderte diese Spritze ab, indem er auch den Glaszylinder durch einen solchen aus Kautschuk ersetzte.

Ein sehr kompliziertes, unzweckmäßiges Instrument ohne Stempel war die Spritze von Rynd, bei der die Flüssigkeit vermöge ihrer Schwere von selbst ausfloß, sobald das Zurückspringen einer mit der Spritze unbeweglich verbundenen Nadel den Austritt gestattete. Ähnlich war die Bourgnignar'sche Spritze mit einem graduierten Glaszylinder. Von Graefe ließ an die Mathieusche Spritze einen Gummiballon anbringen, der durch Kompression luftleer gemacht wurde und dann die Flüssigkeit ansaugte, um sie ebenfalls auf Druck wieder auszutreiben; doch war hier eine Dosierung schwer, und leicht konnte Luft mit ins Gewebe gelangen.

Überblicken wir nochmals die verschiedenen Modifikationen, so lassen sich dieselben im wesentlichen zurückführen auf Veränderungen des Materials, des Stempelmechanismus und des zum Einstich benutzten Werkzeuges. Bei der Stempelbewegung hatten sich Abweichungen von dem alten einfachen Schiebemechanismus nur als Verschlechterungen herausgestellt; die Pravaz-Béhier'sche Spritze lieferte durch den Troikart eine unnötige Komplikation, sodaß Mathieu und alle folgenden mit Recht wieder zur Nadelform zurückkehrten. Das einfache Anstecken des Lanzenrohrs erwies sich in vielen Fällen zweckmäßiger als das Anschrauben.

Heute ist in allen Zweigen der operativen Medizin die Rekordspritze die allgemein gebräuchlichste; die Zahnheilkunde nimmt eine Sonderstellung ein und benützt besonders konstruierte Modelle. Seidel, Fischer und Kantorowicz rechtfertigen diese Ausnahmestellung, während die Rostocker Schule erklärt, daß kein genügender Grund vorhanden sei, von dem allgemein

gebräuchlichen Instrumentarium abzuweichen und zahnärztliche Spezialspritzen zu halten. Die Rekordspritze ist kein für die Zahnheilkunde speziell geschaffenes Instrument, wird aber häufig zur Stammanästhesie benutzt. Sie ist von einfacher Bauart und besteht aus einem Glasrohr, an dessen einem Ende das gedrehte Metallkopfstück in ebenmäßigem Übergang angekittet ist, während das andere Ende eine ebenfalls ohne Rillen und Schmutznischen mit dem Glas verbundene blanke Metallfassung trägt. Durch Bajonettverschluß wird auf diese ein passender Deckel aufgeschoben; Stempel und Aufsteckkanüle vervollständigen die Spritze. Die gleitenden Verbindungen lassen sich leicht lösen, gut reinigen und sterilisieren. Zum Auskochen zerlegt man das Instrument in zwei Teile, einerseits in Glaszylinder mit Kanüle, andererseits in Stempel mit Stange und Verschlußkappe. Hervorzuheben ist noch das geringe Gewicht; dagegen ist das Fehlen von Stützen für Mittel- und Zeigefinger unvorteilhaft, da bei kräftigem Druck das Instrument leicht aus den Fingern gleitet.

Die Dental-Rekordspritze ist insofern eine Verbesserung der Rekordspritze, als die Verschlußkappe einen drehbaren, propellerförmigen Querforsatz als Fingerstütze trägt und die Kolbenstange durch ein Hohlgewinde beliebig verlängert werden kann. Außerdem besitzt der Austrittsstutzen ein Gewinde zur Befestigung der Schraubkapseln für Kanülen, das jedoch bei nicht vollständigem Verschluß leicht zu einem Schmutzfänger werden kann.

Bei der Injektionsspritze nach Kantorowicz wurde an dem eben beschriebenen Instrument das Austrittsstück in ein langes zylindrisches Rohr verwandelt, über das die Schraubenkapsel greift. Die Spritze verdankt ihre Entstehung hauptsächlich dem Gedanken, die Injektionsflüssigkeit wiederholt steril zu entnehmen. Eine gerade eben benutzte Spritze kann sofort nachgefüllt werden, da man den vom Speichel nicht benetz-

ten Stutzen in die Lösung tauchen kann. Nachteilig ist das Entnehmen der Injektionsflüssigkeit aus Phiolen, weil dieser Austrittsstutzen die engen Phiolenhälse nur schwer passieren kann. Bei Benötigung einer größeren Menge Injektionsflüssigkeit wird man weniger auf das Nachfüllen bedacht sein; man wählt vielmehr ein Instrument mit größerem Fassungsvermögen oder zwei Spritzen hintereinander.

Die von Seidel verbesserte Rekordspritze überbrückt den unvollständigen Abschluß der Dental-Rekordspritze durch Verlängerung der Kapsel aber unter Verkürzung des langen Spritzenkopfstückes der Kantorowiczschen Spritze. Von der Hamburger Staatstechnischen Anstalt wurde dieser Spritze ein Prüfungsschein ausgestellt über ihre besondere Dichtigkeit und Festigkeit: der Kolben läßt nur sehr wenig Wasser durchtreten. Der Bajonettverschluß an den bisher beschriebenen Instrumenten wurde durch ein Schraubengewinde ersetzt.

Die Adrion-Hönig-Spritze vermeidet jedes Schraubengewinde und erlaubt doch ein Auswechseln der Kanülen. An dem Spritzenkopf wird der Nadelträger durch einen Bajonettverschluß gut befestigt. Die Verschlußkappe fehlt und ist durch eine rostfreie Spiralfeder ersetzt, die das Herausfallen des Stempels verhindern soll. Letzterer ist ohne Hohlgewinde, aber dafür 2 cm länger als bei den anderen Modellen, was auch eine restlose Austreibung der Flüssigkeit gewährleistet. Die einfache Anordnung und dadurch leichte Zerlegbarkeit läßt eine sehr gute Reinigung und Sterilisation zu. Der Glaszylinder ist aus Jenenser Hartglas; für die tiefe Bohrung der Kanülenhalter sind verlängerte Kanülen notwendig.

Die kombinierte Rekordspritze, welche von Haubenrisser verbessert wurde, erlaubt die Anwendung des Steck- und Schraubmechanismus an ein und derselben Spritze. Der Konus des Austrittsstutzens, an dem man die Rekordkanüle aufsteckt, geht in ein Gewinde

über, auf das die Schraubkapsel aufgesetzt werden kann. Dadurch kommt sie der Dental-Rekordspritze sehr nahe: aber ihr fehlen die besonders angebrachten Fingerstützen. Statt dessen besitzt die Verschlußkappe einen verlängerten scharf auslaufenden Rand als Stützpunkt für Mittel- und Zeigefinger; bei Hochdruckanästhesie wird das Einschneiden dieses Randes als lästig empfunden. Das Gewicht des Instrumentes ist verhältnismäßig leicht.

Eine kleine Verbesserung der gewöhnlichen Rekordspritze stellt die Injekta-Rekordspritze insofern dar, als man die Schraubkapsel nicht mehr ganz vom Stutzen abnehmen, sondern die Kanüle nach einem Lockern seitlich in die Kapsel einsetzen konnte. Diese Spritze kommt dem Haubenrissermodell nahe; doch fehlen ihr die einen sicheren Halt gebenden Fingergriffe.

Zu Zeiten der subperiostalen Injektion entstand die Fischer-Spritze, die auf dem Gedanken der Hochdruck-Methode, von der man aber längst wieder abgekommen ist, beruht. Der wesentliche Unterschied gegenüber den bisher besprochenen Spritzen besteht darin, daß der Glaszylinder nochmals in einem besonderen Metallgehäuse mit zwei Fenstern liegt. An beiden Enden des Zylinders ist der Abschluß nicht fest mit dem Glas verbunden, sondern in einen Metallkonus eingeschliffen. Dem Knopf der Kolbenstange hat Fischer eine krückstockartige Form gegeben; die Fingerstützen sind vergrößert und gerillt. Das verbesserte Modell 1920 zeigt noch eine Schutzkappe über dem Schraubengewinde am Kanülenträger. Seidel hat die Verdeckung des Schraubengewindes durch Umformung des Nadelansatzes viel besser und einfacher erzielt. Eine tellerförmige Ausflußöffnung am Gewindezapfen und den Zwischenstücken wurde, um das Breitdrücken und Steckenbleiben des Weichmetallkonus zu verhindern, neben der Beweglichkeit der Fingergriffe noch geschaffen.

Bei der Fischer-Omega-Spritze fällt der Gebrauch des Schraubenschlüssels weg, da sich die Verschlußkappe an der Sechskantmutter mit den Fingern gut anziehen läßt. Der Nadelträger, ein Führungsröhrchen mit Fuß, wird nicht mehr aufgeschraubt, sondern durch Aufschrauben der Schutzkappe nur aufgepreßt. Das Kopfstück läßt sich leicht entfernen, dadurch ist das Durchputzen des Glasrohres sehr gut möglich. Das Metallgehäuse hat nur noch ein Fenster; bei einer Reinigung im Innern erweist sich dies als nachteilig. Weiter ist als Nachteil der Umstand anzusehen, daß man das Instrument wegen der verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten von Glas und Metall nicht mehr unzerlegt auskochen kann, sondern daß man den eingeschliffenen Stutzen entfernen und damit eine Zerlegung der Spritze vornehmen muß; dabei erhalten wir nicht weniger als neun Teile. Es ergibt sich daraus eine zeitraubende Zerlegung und infektionsfördernde Umständlichkeit beim Zusammensetzen der sterilisierten Einzelteile. Andererseits kann man das Getrenntsein von Metall und Glas auch als Fortschritt bezeichnen; durch Untersuchungen an der Rekordspritze hat Hart nachgewiesen, daß bei häufigem Auskochen mit der Zeit zwischen Glas und Metall Risse entstehen, die so fein sind, daß man nicht einmal nach längerem Auskochen von restloser Sterilität der Spritze reden kann; Milzbrandsporen gingen nach dem Auskochen in Boullion noch an. Gegenüber der Rekordspritze ist auch eine bedeutende Gewichtszunahme festzustellen; diese führt wie Schultz in seinen Versuchen an der Bonner Klinik nachgewiesen hat eine Verschlechterung der Injektionstechnik herbei; denn je leichter eine Spritze ist, desto geringer sind die Fehler.

Die Prodent-Spritze ist eine Kombination zwischen Fischerspritze mit dem Kopfteil der Adrion-Hönig-Spritze. Man hat also den Spritzenkopf durch Bajonettverschluß ersetzt, während an der Verschlußkappe die

Verschraubung erhalten blieb. Im Gewicht ist sie leichter als die zuvor besprochene Spritze.

Eine geschickte Gestaltung des vorderen Verschlußstutzens hat man mit der Ups-Spritze erhalten; bei dieser wurde ein umständliches Zusammensetzen der ausgekochten Teile vermieden. Die vordere Abdichtung wurde anstelle des eingeschliffenen Verschlußzapfens vorteilhaft geändert; der Verschluß besteht aus zwei zylindrischen, das Lumen des Glasrohres nicht ganz ausfüllenden Metallteilen, zwischen die eine Gummischeibe eingelagert ist. Die beiden Metallzylinder werden durch Anziehen der Verschlußschraube gegeneinander gepreßt, sodaß sich der dazwischen liegende Gummi breitdrückt, sich an die Glaswand außerordentlich fein anschmiegt und dadurch eine gute Dichtung herstellt. Das Kopfstück ist zu einem 4 cm langen Rohr ausgezogen, wodurch eine gute Übersicht gewährt wird. Die Schraubkapsel ist vollständig kantenlos und besteht aus einem glattgedrehten Kegel mit zweifachen Einkerbungen. Zwischen dem Nadelansatz und dem Ausflußrohr liegt ein Teil des Gewindes frei.

Von großem Bestreben nach Vereinfachung geht die Ato-Spritze aus. Das Metallgehäuse hat die Form eines federnden Bügels, dessen Enden zu Fingergriffen umgebogen sind. Der Glaszylinder, der am Rande umgebörtelt ist, wird in das elastische Metallgehäuse eingeklemmt; die Verschlußkappe durch eine Verlängerung des Zylinders ersetzt. Die nicht verlängerbare Kolbenstange ist glatt und von handlicher, mittlerer Größe. Die Spritze ist wie der Konus der Rekordspritze mit verschraubbarem Nadelträger; auf die ohne Nadel montierte Kapsel kann die Aufsteckkanüle leicht gesetzt werden. Störend wirken noch bei dieser vereinfachten Spritze die Lederdichtung des Schraubengewindes am Kopfteil, das Metallgehäuse und der eingeschliffene Stutzen.

Fischer kam im Jahre 1927 zur Konstruktion eines neuen Modells. Dieses ist eine Ganzglasspritze mit aufgelötetem Kopf wie bei der Rekordspritze mit aufsteck- und aufschraubbaren Kanülen. Rollen und Stempelstange haben gleichen Durchmesser und sind aus Glas wie der den Krückstockgriff ersetzende Daumenknopf. Statt der großen gerieften Fingerstützen kann ein leichter abnehmbarer Federbügel mit Seitenfortsätzen den Zylinder umklammern. Die Spritze ist sehr leicht und durch ihre einfache Zusammensetzung sehr leicht zu zerlegen und gut zu sterilisieren.

Die Glasspritze von Hardo, die allzu intensives Kochen nicht verträgt, ist der Dental-Rekordspritze ähnlich, während die Luer-Spritze mit dem Rekordtyp zu vergleichen ist. Es ist bekannt, daß sich Glas in Glas ebensogut wie Metall in Metall einschleifen läßt; deshalb sind die Ganzglasspritzen vom Typ der Fischerspritze 1927, von ihrer leichten Zerbrechlichkeit abgesehen, wegen ihrer einfachen Bauart und ihrer leichten Sterilisierbarkeit mit zu den zweckdienlichsten und gebräuchlichsten in der Zahnheilkunde zu rechnen.

An die Injektionsspritzen werden die mannigfachsten Bedingungen gestellt, um den nicht geringen Forderungen der Medizin gerecht zu werden. Die Auswechselbarkeit der Kanüle wird vom Zahnarzt besonders gefordert, weil dieselbe im Knochenkontakt des Kieferskeletts sehr schnell stumpf wird und dann durch eine neue ersetzt werden muß. Im Vergleich zur allgemeinen Chirurgie haben wir dadurch einen größeren Verbrauch an Kanülen, der von der wirtschaftlichen Seite aus betrachtet nicht unbeachtet bleiben darf. Die Spritze soll leicht sein. Viele Praktiker vertreten die Meinung, daß der Krückstockgriff, wie er sich an der Fischerspritze findet, vermieden werden könnte; dies hätte eine besondere Gewichtsverminderung zur Folge. Ein Knopf am Ende der Stempelstange zum Aufsetzen des Daumens würde vollkommen genügen, um möglichst leicht und schmerzlos zu in-

jizieren. Im Hinblick auf Sterilität werden an die Spritzen die höchsten Anforderungen gestellt; denn die Injektionsflüssigkeit wird ins Körperinnere geschickt, von wo sie keinen Ausfluß mehr nach außen hat, sondern dem innigsten Austausch mit dem Organismus zustrebt. Durch den Einstich und die Suprareninanämie ist der injizierte Gewebsbezirk ohnedies in seiner Abwehrfähigkeit geschwächt. Die Glaszylinder sind nach jedem Gebrauch von den Rückständen zu befreien; denn letztere zersetzen sich leicht und können bei dem nachfolgenden Gebrauch der Spritze ihre Giftwirkung im Gewebe entfalten, was nicht selten zu schweren entzündlichen Prozessen führen kann. Ein Instrument soll deshalb aus möglichst wenig Einzelteilen bestehen, weil die Zusammensetzung nach der Desinfektion zeitraubend ist und leicht die Möglichkeit einer Reinfektion zuläßt. Die Glaszylinder können durch Platzen im Munde eines Patienten schwere Verletzungen zur Folge haben; es wird deshalb gefordert, daß die Zylinder von großer Festigkeit sind, um einen größtmöglichen Druck auszuhalten. Das Glas muß von gleichmäßiger chemischer Zusammensetzung und frei von Luftblasen sein; denn die Widerstandsfähigkeit würde dadurch bedeutend herabgesetzt; bei den schroffen Temperaturunterschieden, denen die Zylinder beim Auskochen und oft plötzlich nachfolgender Abkühlung ausgesetzt sind, können in dem Glas leicht Risse und Sprünge entstehen. Neben diesen sachlichen Erwägungen dürften auch die finanziellen nicht außer acht gelassen werden. Der hohe Preis für die mit dem Ansatz verbundenen Rekordkanülen, im Vergleich zu den Aufwendungen für die auswechselbaren Nadeln läßt uns den Gebrauch der Rekordspritze, die in Bezug auf ihre Zusammensetzung von einem anderen Spritzentyp schwerlich übertroffen werden dürfte, gern vermeiden; anderseits ist auch der Preis eines Ersatzzylinders der Fischerspritze im gleichen Verhältnis wie der einer neuen Rekordspritze bei Rückgabe der Metallteile.

Die Forderungen, die an eine Injektionsspritze für den zahnärztlichen Gebrauch zu stellen sind, hat Münch wie folgt kurz zusammengefaßt.

1. Optimale Sterilisierbarkeit und Reinigungsmöglichkeit.
2. Sicherheit in der Anwendung.
3. Wirtschaftlichkeit.

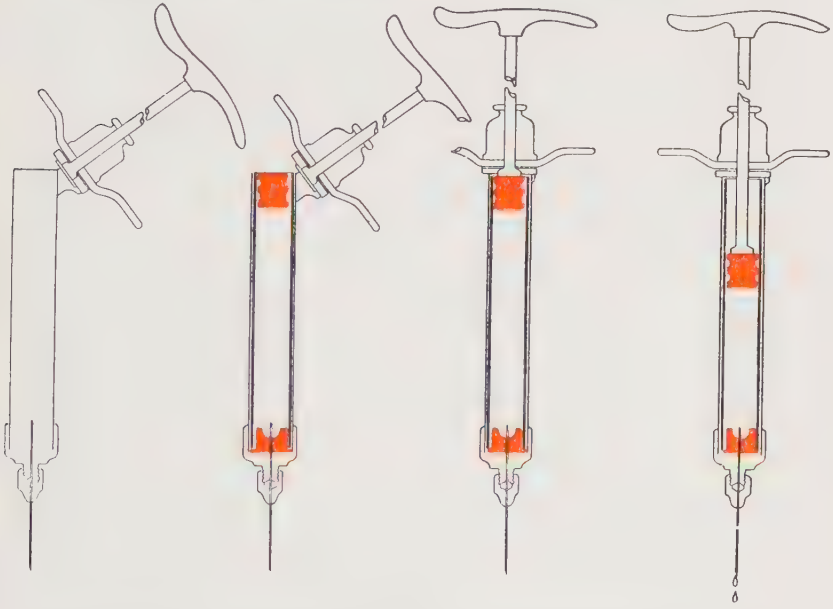
Nicht minder wichtig für ein einwandfreies Injizieren ist neben einer vorteilhaften Injektionsspritze die Beschaffenheit einer brauchbaren Injektionslösung. Sie soll hell und isotonisch erscheinen. Verfärbung deutet auf eine beginnende chemische Zersetzung hin. Weiterhin soll die Lösung nicht sauer, sondern neutral reagieren, frei sein von unnötigen oder gar schädlichen Zusätzen. Man verwendet am besten immer eine frische Lösung; ihre Wirkung wird erhöht, wenn sie statt in kaltem in körperwarmem Zustande injiziert wird. Die heute meist gebräuchlichste Injektionsflüssigkeit ist, wie schon erwähnt, Novokain mit geringem Suprareninzusatz. Diese Novokain-Suprareninlösung wird im Körper durch Harn und Schweiß wieder ausgeschieden. Lösungen zur Injektionsanästhesie können auch selbst hergestellt werden, wobei es nötig ist, sie kurz vor dem Gebrauch zu kochen, um ihre Sterilität zu sichern. Fischer sagt: „Die beste Lösung bleibt nach wie vor die frische selbsthergestellte Novokain-Suprarenin-Stammlösung, der man kurz vor Gebrauch Suprarenin in Tropfen zusetzt. Erst dann können die übrigen Lösungsformen in Betracht gezogen werden." Die Selbstherstellung wird erleichtert durch die Tablettenform der Grundsubstanz. Braun rät, die Tablettenform als die normale zu betrachten. Er führt aus: „Die sehr bequeme Tablettenform ist bei allen Alkaloiden, welche in der Heilkunde Verwendung finden, ganz besonders aber bei einem so lichtveränderlichen Körper wie Suprarenin jeder anderen Dosierungsform vorzuziehen. Suprarenin ist in Lösung nicht beständig, in

der trockenen Tablette hält es sich sehr lange.“ Die Methode der Selbstbereitung der Lösung hat in der allgemeinen Praxis nicht genügend Anklang gefunden, weil die Herstellung nur dann die richtige ist, wenn sie unter allen Kautelen vor sich gehen kann. In der Praxis wird aber gefordert, daß die Lösung bequem zu gebrauchen und doch von zuverlässiger Wirkung sein muß. So ist es begreiflich, wenn der vielbeschäftigte Praktiker, um Abweichungen von der Korrektheit der Selbstbereitung aus dem Wege zu gehen, die Einführung der Ampullenpräparate freudig begrüßt hat. In den Ampullen ist die Lösung stets gebrauchsfertig; ihre Verwendung ist bequem und leicht, und das Kochen wird erspart. Es sind einfache Ampullen und Doppelampullen in Verwendung. Neuerdings finden auch die sogenannten Carpulen, die mit einer zugehörigen Spritze in engster Verbindung stehen, weitverbreitete Anwendung. Diese Neuerung, welche unter dem Namen Carpule-System bekannt geworden ist, hat viele Streiter, Befürworter und Gegner, zur Verteidigung der Vor- und Nachteile auf den Plan gerufen. Um die Zweckmäßigkeit und praktische Eignung des Carpule-Systems gegenüber den bisher gebräuchlichen Injektionsspritzen beurteilen zu können, müssen wir uns mit dem Carpule-System eingehend vertraut machen.

Das Carpule-System.

Nachdem Felix de Backer 1894 und im letzten Jahrzehnt zwei französische Ärzte neuartige Spritzenmodelle auf den Markt brachten, erwirkte der Amerikaner Dr. Cook unabhängig von diesen für eine ähnliche Spritzenkonstruktion ein Patent. Er hatte während seiner Tätigkeit im Weltkriege die neue Art der Spritze ersonnen und 1919 in der Öffentlichkeit zum ersten Male gezeigt. Bei dieser beachtenswerten Neuerscheinung handelt es sich um eine direkte Überführung der Injektionsflüssigkeit aus der Ampulle

bzw. Carpule in das Gewebe des Kranken, sodaß die Injektion ausgeführt werden kann ohne Entnahme des Injektionsmaterials aus einer Ampulle. Der Injektionsakt mit dem Carpule-System vollzieht sich so ohne besonders beachtliche oder komplizierte Vorbereitungen und in einer Phase, während das bisherige Injektionsverfahren mit der Stempelspritze zweiphasig verläuft.



umständlich, zeitraubend und nicht gefahrlos ist, und eine ganze Reihe von technischen Vorbereitungen und praktischen Maßnahmen erfordert. Die Carpule ist ein zylindrisches Glasröhrchen, das an beiden Enden durch Gummistopfen luft-, wasser- und keimdicht abgeschlossen ist. Sie enthält die Lösung in gebrauchsfertigem Zustand keimfrei und in gut haltbarer Zusammensetzung. Mit einem kräftigen Ruck wird das Glasröhrchen in die Spritze eingeführt, nachdem man eine am Kopf der Spritze angebrachte, mit Feder und Gelenk versehene Verschlußkappe umgelegt hat. Es liegt dann wie eine Patrone in einem Gewehr und ersetzt

den Glaszylinder der sonst gebräuchlichen Stempelspritzen. Die Kanüle, die in verschiedenen Ausführungen, kurz und halblang, aus Stahl, Kruppstahl und Platin geliefert wird, hat zwei Spitzen, von denen die mit dem kürzeren Ende nach innen auf die Spritze aufgesteckt wird und dabei den oberen Gummipfropfen der Carpule durchbohrt, während die andere in das Gewebe des Kranken sticht, nachdem die ringsum gerietfte Kapsel über sie geschoben und festgeschraubt worden ist. Der untere Gummistopfen des Glaszylinders dient als Stempel und die Carpule wie schon erwähnt als Spritzenzylinder. Das Injektionsmittel wird direkt aus der Carpule injiziert und kommt dabei weder mit der Luft noch mit einem Teil der Spritze in Berührung. Die Bezeichnung „Spritze" ist nur bedingt richtig, denn sie ist ja nur ein Gestell, das zur Austreibung der Flüssigkeit benützt wird, ohne mit derselben irgendwie in Kontakt zu kommen, wie es sonst bei den übrigen Spritzenmodellen der Fall ist. Diese unzerbrechliche Metallspritze ist mit wenigen Handgriffen zum Gebrauch fertig: man kann nach Auswechseln der Kanülen und der Carpulen beliebig viele einwandfreie Injektionen ohne Desinfektion des Spritzengestells nacheinander ausführen.

Das Carpule-System weist im Vergleich zu den bisherigen Stempelspritzen mit fest eingesetzten Glaszylindern grundlegende Änderungen auf. Vor- und Nachteile sind aus der schematischen Gegenüberstellung leicht und übersichtlich zu erkennen.

Die Spritze.

Carpule-System:	Bisherige Systeme:
Unzerbrechlich — Nur Metall	Häufiger Bruch der Zylinder
Nie undicht	Wird leicht undicht
Keine Reparaturkosten	Kostspielige Ersatzbeschaffung von Zylinder und Kolben
Kommt mit der Injektionsflüssigkeit nicht in Berührung	Aufnahmebehälter der Injektionsflüssigkeit während der Injektion
Kann fertig montiert ausgekocht werden.	Kann nur zerlegt ausgekocht werden.

Sehr vorteilhaft wirkt sich die Unzerbrechlichkeit der Spritze aus, da dann die damit verbundenen hohen Reparaturkosten in Wegfall kommen. Nur zu oft springt bei den früheren Systemen ein Glaszylinder; bei der neuen Ganzglasspritze besteht sogar noch die Gefahr, daß der Stempel mitsamt der Stange bei unvorsichtiger Behandlung oder beim Auskochen Sprünge erhält. Geht bei dem neuen System eine Carpule zugrunde, so kann man sie sofort und ohne großen Kostenaufwand durch eine neue ersetzen. Die Unmöglichkeit des Undichtwerdens ist ein Vorzug, der viel Ärger erspart: das ganze Gestell besteht aus Metall, zu jeder Injektion wird ein neuer Zylinder mit neuem Kolben eingesetzt. Die Carpule-Spritze ist länger als die meisten anderen Injektionsspritzen und erlaubt deshalb einen guten Überblick über das Operationsfeld. Daß die Injektionsflüssigkeit nicht mit der Spritze in Berührung kommt, ist für die Erhaltung der Sterilität der Lösung von großer Wichtigkeit. Eine große Zeitersparnis bietet die Möglichkeit, die montierte Spritze auszukochen oder mit jedem beliebigen Desinfektionsmittel zu sterilisieren. Im übrigen läßt sich das Spritzengestell durch zwei einfache Handgriffe ohne Zuhilfenahme eines weiteren Instrumentes in seine einzelnen Bestandteile zerlegen, wodurch eine gründliche Reinigung der einzelnen Teile gewährleistet wird. Es genügt aber das Auskochen der zusammengesetzten Spritze zum Zwecke der Sterilität vollständig; da ja die Injektionsflüssigkeit mit keinem Teile der Spritze in Berührung kommt. Bei den gewöhnlichen Spritzen ist nach der Injektion eine Reinigung des Spritzeninnern vom Anästheticum mit Wasserstrahl und Bürste unbedingt erforderlich; denn die leicht zersetzlichen Rückstände bilden eine große Gefahr für die folgende Injektion. Das Festsetzen des Kolbens im Zylinder, das durch einen leichten Belag von Wasserstein beim Sterilisieren verursacht werden kann, ist ausgeschlossen.

Die sofortige Gebrauchsfertigkeit der Carpule ohne langwieriges Öffnen und Aussaugen der Ampullen ist eine Tatsache von nicht zu unterschätzendem Werte. Bei einem schematischen Vergleich von Ampulle und Carpule erhalten wir eine leichte und klare Übersicht über ihre praktische Eignung.

Carpule:	Ampulle:
Lösung befindet sich unter Luftabschluß.	Ampulle enthält bis 30% Luft.
Daher geringster Konservierungszusatz.	Stärkerer Zusatz an Konservierungsmitteln erforderlich.
Braucht nicht geöffnet zu werden.	Ampulle muß erst geöffnet werden.
Ausschluß jeglicher sekundärer Infektionsmöglichkeit.	Infektionsgefahr.
Carpule kann mehrfach verwendet werden.	

Aus der Darstellung ergibt sich als hauptsächlicher Vorzug der Carpule der völlige Luftabschluß derselben; die Lösung bedarf infolgedessen keines Konservierungszusatzes. Krause und Münch waren zwar der Meinung, es müßten den Carpulen Desinfizientia beigegeben sein, um sie auf die Dauer keimfrei zu erhalten. v. Suchtelen hat aber an zahlreichen Experimenten nachgewiesen, daß der Gummiverschluß die Sterilität der Lösung selbst unter den ungünstigsten Bedingungen gewährleistet. In den Ampullen ist immer 10—20 % Luft enthalten, sodaß zur Erhaltung der Lösung ein oxydationshinderndes Mittel zugesetzt werden muß. Nun finden sich hin und wieder in den Carpulen doch kleine Luftbläschen vor, denen man teilweise die Schuld an der Oxydation des Suprarenins und der damit verbundenen Gelbfärbung der Injektionslösung zuschreibt. Im Allgemeinen kann aber für diese Behauptung ein Beweis nicht erbracht werden. Es ist wohl so zu erklären, daß es die Luft aus der Carpule selbst ist, die nicht restlos abgesaugt wurde. Beim Abfüllen bleiben ab und zu an den Wandungen der Glasröhre winzige Bläschen haften, die sich nachher zu einem einzigen zusammenschließen. Ein

solches Luftbläschen ist also nur sehr verdünnte Luft; es kann auf keine Weise injiziert oder durch die Injektionsnadel entfernt werden. Am oberen Gummistopfen der Carpule ragt das nach innen stoßende Ende der Injektionsnadel um einige Millimeter in die Flüssigkeit hinein; während der Injektion steigt das Luftbläschen nach der oberen Wand der Glasröhre. Ein Eindringen in die äußerst feine Kanülenöffnung ist ausgeschlossen; denn infolge der Oberflächenspannung wird es zusammengehalten und an der frei in die Lösung reichenden Kanülenspitze vorbeigetrieben in die innere Höhlung des Gummistopfens. Hier verbleibt es, bis der untere Kolbengummi beim Austreiben die Flüssigkeit nach oben kommt und das in die Flüssigkeit ragende Kanülenende verschließt.

In dem Vergleich wird weiterhin als Vorzug der Carpule aufgezeigt, daß sie nicht geöffnet werden muß, mit der Luft nicht mehr in Berührung kommt und dadurch eine Infektionsgefahr ausgeschlossen ist. Die Ampulle dagegen ist nur Aufbewahrungsgefäß, das zum Injizieren geöffnet werden muß, mit der Luft in Berührung kommt und infolgedessen die Gefahr der Infektion viel leichter eintreten kann. Natürlich sucht man auch bei den Ampullen die Infektionsgefahr möglichst auszuschließen. G. Fischer gibt hierzu vortreffliche Fingerzeige. Er schreibt: „Die Ampulle selbst soll ebenso steril gehalten werden wie jedes andere bei der Injektion benutzte Instrument. Die gefüllte Ampulle beherbergt wohl eine sterile Lösung, das äußere Ampullenglas ist doch keineswegs steril. Es geht durch viele Hände, wird in einfacher Watte verpackt und kommt ohne wieder sterilisiert zu sein, häufig sofort zur Verwendung. Am besten sterilisiert man die Ampullen in der Weise, daß man einen kleinen Bedarf, etwa 6—10 Ampullen, nach sorgfältiger Reinigung in einer schwachen Karbol- oder Lysollösung in einem Glasbehälter mit 70%igem Alkohol aufbewahrt. Mit einer sterilen Pinzette entnimmt man bei Bedarf

eine Ampulle, ritzt mit einer sterilen Feile kurz an, bricht den Hals der Ampulle in einem sterilen Tuche, legt nun vorsichtig die Ampullenöffnung frei und zieht mit der sterilen Kanüle den Inhalt auf. Schönbeck hat interessante Versuche darüber angestellt, ob bei der allgemein üblichen Ampullenöffnung zwischen den Branchen einer Zange oder in einer reinen Serviette die Infektion der sterilen Lösung möglich ist und in welchem Grade dies der Fall sei. Das Ampullenglas mit dem sterilen Inhalt war nicht besonders vorher sterilisiert worden. In allen Fällen war die Lösung infiziert; ein keimfreies Ergebnis war nur dann festzustellen, wenn die Ampullen in der vorausgeschilderten Weise gewissenhaft behandelt wurden. Es ist also nicht einfach, einer Ampulle die Lösung steril zu entnehmen und eine einwandfreie Injektion durchzuführen; denn beim Anfeilen der Ampullen können oft kleine und kleinste infizierte Glassplitterchen die Lösung verunreinigen. Nach der Köpfung muß die Ampulle zur Vermeidung einer Luftinfektion sofort schräg gehalten werden, damit die Luft nicht zu stark angezogen wird; dies ist nur zu leicht möglich infolge des in der Ampulle herrschenden negativen Druckes. Bei der Carpule sind aber alle sekundären Infektionsmöglichkeiten ausgeschlossen. Prof. Dr. Blessing schreibt: „Hierin liegt der Fortschritt und die Stärke des Systems, da dieser Vorzug nicht beeinflußbarer Sterilität durch Luft und Staub alle Gefahrmöglichkeiten der Infektion des Anaestheticums ausschließt; denn die Sterilität ist und bleibt das erste Erfordernis jedweden chirurgischen Eingriffs, zu dem auch eine Injektion zu rechnen ist."

Nicht nur den äußeren Teilen des Carpulesystems wurde die größte Beachtung bei dem Streben nach Vervollkommnung geschenkt, sondern auch in besonderem Maße der Carpule- Lösung, ihrer Einfüllung und ihrem Aufbewahrungsgefäß. Die Carpule-Lösung besteht nur aus den besten Stoffen, aus den „Höchster Grund-

stoffen" Novokain und Suprarenin und aus ganz geringen Mengen Natriumchlorid, Caliumchlorid und Kalziumchlorid. Die Lösung ist isotonisch, d. h. sie hat denselben osmotischen Druck wie die Flüssigkeit in den Gewebezellen und Blutkörperchen. Es werden drei verschiedene Lösungen hergestellt: AA enthält eine 2 % Novokain-Lösung mit einem Gehalt von 0.00004 Suprarenin pro ccm, eine Lösung BB mit dem gleichen Novokaingehalt, aber mit einem Zusatz von 0.00005 Suprarenin pro ccm und eine dritte Lösung, die eine 4 % Novokain-Lösung mit einem Gehalt von 0.00004 Suprarenin pro ccm darstellt. Diese Novokain-Suprarenin-Lösungen werden zu ihrem Sterilisieren durch sorgfältig gepflegte Berkefeld-Filter geleitet. Nach den heute gesammelten Erfahrungen ist diese doppelte Tonkerzenfiltration weitaus die beste Methode der Sterilisation von Injektionsmitteln. Sie wird zwar von verschiedenen Seiten als unzulänglich erachtet. Wir wissen aber, daß viele Laboratorien und Werke zur möglichst schonenden Entkeimung von Lösungen wie Kokain, Atropin, Eiweiß, Enzyme, Sera u. a. m. dieser Methode der Filtration den Vorzug geben. Bei der Berkefeld-Filtration bleibt die anästhesierende Wirkung der Novokain-Suprarenin-Lösung vollkommen erhalten im Gegensatz zur Sterilisation durch Wärme. Suprarenin soll überhaupt nicht, wie es ja auch das Deutsche Arzneibuch verbietet, durch Erhitzen sterilisiert werden. Eine fraktionierte Sterilisation würde beim Vorhandensein von Tetanus-Sporen ebenfalls nicht zu dem gewünschten Erfolge führen; nur die vegetativen Formen werden abgetötet, während zur Sporenabtötung eine höhere Temperatur notwendig ist, als bei Anwesenheit von Suprarenin erreicht werden darf. Im Berkefeld-Filter bleiben sogar abgestorbene Zelleiber von Mikroorganismen zurück und verhindern das Auftreten von toxischen Zerfallsprodukten, die sich nach der Hitzesterilisation mitunter vorfinden. Wir sehen also, daß diese Art der Sterili-

sation zur Erhaltung der Wirkung des Anästheticums bislang die vollkommenste ist. Bekannt ist weiterhin, daß ultramikroskopische Erreger durch den Filter gehen können; dabei ist aber auch zu berücksichtigen, daß diese nur unter gewissen Bedingungen bestehen können. Wenige Keime werden durch Adhäsion im Filter sicher festgehalten; es sollen ja auch nicht Kulturen dieser Lösung, sondern keimarme Lösungen filtriert werden. Die Beanspruchung des Filters durch den Filtrationsvorgang ist so gering, daß dadurch eine Veränderung der Poren und somit der Durchlassungsmöglichkeit nur schwer eintreten kann. Die sterile Lösung wird durch eine besonders konstruierte Füllnadel in die an beiden Seiten verschlossenen und sterilen Glasröhrchen gefüllt: dies geschieht wiederum durch Vakuum durch einen zweiten Berkefeld-Filter hindurch. Die Bereitung der Lösung untersteht dauernd der Kontrolle; durch die regelmäßigen Prüfungen von Prof. v. Angerer vom Hygienischen Institut der Universität Erlangen ist die sichere Gewähr gegeben, daß sich eine einwandfreie Injektionstechnik mit dem Carpule-System durchführen läßt.

Bei der Herstellung der Glasröhrchen wurde darauf Bedacht genommen, daß nur einwandfreies Glas, das zur Aufnahme der Suprareninlösung geeignet ist, verwendet wird. Eine Lösung, welche Suprarenin enthält, ist nämlich sehr empfindlich. In wässriger Lösung oxydiert diese Substanz sehr leicht; man kann dies bei jeder selbstbereiteten Suprarenin-Lösung beobachten; schon nach wenigen Stunden nimmt die Lösung durch die Oxydationsprodukte des Suprarenins eine gelbe Farbe an. Ferner wird durch Spuren von freiem Alkali Suprarenin zersetzt; dieser Umstand war mitbestimmend für die Wahl der Glasart der Carpulen. Zur Herstellung wird das alkalifreie Phiolax-Glas von Schott und Gen. in Jena verwendet oder das Sophiolax-Glas der Sophienhütte in Ilmenau, das an den drei feinen braunen Strichen kenntlich ist. Nachdem die

Gläser auf die Carpulen-Länge zugeschnitten und die Ränder an beiden Enden sorgfältig verschmolzen sind, werden die Röhrchen gereinigt. Dies geschieht durch Einweichen in konzentrierter Chrom-Schwefelsäure und nachherigem Abtuschen mit Wasser. Dieses energische Reinigungsmittel läßt sich durch seine leichte Wasserlöslichkeit gut entfernen. Die so behandelten Glasröhrchen sind absolut frei von jedem Schmutz, und man kann sie jetzt schon als praktisch steril bezeichnen. Sie werden vor ihrer Verwendung stichprobenweise auf ihre Druckfestigkeit untersucht und zwar auf hydraulischem Wege, wobei an einem Manometer der zum Platzen der Glasröhre notwendig gewordene Druck abgelesen wird. Der niedrigst auszuhaltende Druck beträgt 80 Atm., der bislang beachtete Höchstdruck betrug ca. 240 Atm. Der mittlere Durchschnitt liegt bei 130—160 Atm. Die Druckfestigkeit der Carpulen kommt den Glaszylindern der üblichen Stempelspritzen sehr nahe: eine Widerstandsfähigkeit der Carpulen auf Temperaturwechsel wird nicht verlangt, da die Glasröhren keinen großen thermischen Reizen oder Wechseln ausgesetzt werden.

Die meisten Beanstandungen und Einwände gegen das Carpulen-System wurden durch den Gummiverschluß des Glasröhrchens hervorgerufen; man fürchtete für die Erhaltung der Sterilität der Lösung. Es tauchten die Fragen auf: Ist der Gummiverschluß als absolut dicht anzusehen und gibt der Gummi keine schädigenden Stoffe ab, die die Wirkung des Novokains und Suprarenins beeinflussen? Anfänglich mochte es scheinen, der Gummi könnte nicht die nötige Abdichtung bieten. Nun wählt man aber bekanntlich auch Pfropfen aus gut elastischem Gummi zum bakteriendichten Verschluß von Gefäßen, in denen bakterienhaltige Flüssigkeiten vor Verunreinigung geschützt, transportiert oder keimfreie Flüssigkeiten längere Zeit aufbewahrt werden sollen. Allgemein bekannt und reichspatentamtlich geschützt ist der keimdichte Gummi-

verschluß der nach dem v. Soxlethschen Sterilisierverfahren sterilisierten Milchflaschen. Besondere reichsgesetzliche Vorschriften sind erlassen worden für Versandgefäße von infektiösem Material zum Zwecke der Seuchenbekämpfung: so müssen z. B. die zum Transport von Typhusblut verwendeten Glasröhrchen Gummiverschlüsse tragen. ebenso müssen die sogenannten Kanülen bzw. Serülen für die Versendung von Blut- oder Serumproben durch Gummistopfen verschlossen sein. Es ist experimentell nachgewiesen. daß Platten. Ringe und Pfropfen aus weichem Gummi dank ihrer Elastizität auf Druck sich lückenlos an die Glaswandung eines Gefäßes anlegen und auf diese Weise lange Zeit einen hermetischen Abschluß bedingen können. Gestützt auf diese Tatsachen konnte man auch dem Carpule-Röhrchen einen Verschluß aus Gummi geben. Man stellte die verschiedensten praktisch biologischen Untersuchungen an. um einwandfrei den Nachweis erbringen zu können. daß der Gummiverschluß wasser-. luft- und keimdicht ist und gegen jede mikrobielle Verunreinigung Schutz bietet. So wurde der Gummiverschluß auf seine Durchlässigkeit geprüft. indem man Agentien wählte. die sich außerhalb oder innerhalb des Röhrchens befanden. und die sich im Falle der Durchlässigkeit des Verschlusses infolge ihrer Wirkung auf den Inhalt oder auf die das Röhrchen umgebende Flüssigkeit deutlich bemerkbar machen sollten.

Der Chemiker v. Suchtelen stellte weitere Versuche an: bei einem derselben wurden 30 normale, einmal durchbohrte Carpulen mit Dextrose-Bouillon gefüllt, einer fraktionierten Sterilisation unterworfen und in Heuinfus gelegt. Gelang es den Mikroorganismen in die Nährflüssigkeit einzudringen, so mußte eine Vergärung der Dextrose die Folge sein, und die Pfropfen mußten herausgetrieben werden, wie das bei absichtlich infizierten Röhrchen der Fall war. Nach 60 Tagen zeigten sich aber bei keinem der Röhrchen Zeichen der

Infektion. Das gleiche Resultat ergab sich bei einer Anzahl von Röhrchen, die mit Nährbouillon gefüllt waren und in eine junge Kultur von Kolibakterien gebracht worden waren. Weiterhin wurde die Dichtigkeit des Verschlusses mit Hilfe von Farbstoffen wie Fuchsin, Fluorescin, Phenophtalein u. a. m. untersucht, von denen sich noch feinste Spuren in einer Lösung nachweisen lassen.

60 Carpulen wurden in Reagenzgläser gebracht, in welchen sich die konzentrierten Farbstofflösungen befanden. Nach 60 Tagen konnte in keinem derselben der Farbstoff nachgewiesen werden. In einem weiteren Versuch erhielten 40 Röhrchen einen Zusatz von 5 % NaCl, um eine osmotische Saugwirkung zu erzielen und die Diffussionsbestrebungen von der Außen- nach der Innenflüssigkeit zu erhöhen. Auch hier konnte kein Eindringen der Farbstofflösung festgestellt werden.

Ferner wurden Carpulen, bei denen die Nadelstopfen in steigender Reihe bis 100mal mit der Kanüle durchstochen waren, in die Farbstofflösung gebracht. Selbst bei den 100mal durchbohrten Carpulen vermochte keine Farbstofflösung in das Innere zu dringen. Die Tatsache, daß die Moleküle der Farbstofflösung tausendmal kleiner sind als die Bakterien, erhärtet noch das günstige Resultat, das aus der Gesamtheit der Versuche gezogen werden kann: Der Abschluß der Carpule ist vollkommen bakteriendicht.

Eigene Versuche mit Carpulenröhrchen, die über ein halbes Jahr allen klimatischen Verhältnissen und Wechseln ausgesetzt und dann noch in Farbstofflösungen gelegt wurden, bestätigten glänzend die bereits angeführten Untersuchungen.

Auch wurden die Carpulen auf Luftdurchlässigkeit geprüft. Eine Anzahl leerer Röhrchen wurde evakuiert. Nach mehreren Monaten konnte noch kein Nachlassen des Unterdrucks festgestellt werden. Des weiteren ergibt sich schon aus dem Herstellungsgang,

daß die Carpule absolut luftdicht schließen muß, da ihre Füllung nur bei einem Vakuum möglich ist.

Baumgärtel hat ebenfalls Versuche durchgeführt und konnte weder in aeroben noch anaeroben Kulturverfahren Keime im Zylinderinhalt nachweisen.

Im übrigen werden ja die Carpulen weder in Bakterienkulturen noch in Farbstofflösungen aufbewahrt, und im Trockenen wandern die Bakterien bekanntlich nicht; sie werden nur mit dem Staub durch Luftzug oder Flüssigkeitsströmungen verschleppt und können also nie zwischen Glaswand und Gummistopfen einwandern. Trotzdem die Gummistopfen dicht sitzen, gibt doch der Gummikolben leicht dem Drucke des Spritzenstempels nach. Daß eine feste Verklebung von Gummi und Glaswand nicht eintritt, zeugt für die Güte des verwendeten Materials. Die Gummistopfen sind aus bestem Paragummi hergestellt und zwar auf Grund langjähriger Erfahrung aus einer besonderen Komposition. Dabei wurde dafür Sorge getragen, daß der Gummi chemisch vollkommen indifferent ist, daß er keinerlei lösliche Bestandteile enthält wie überschüssigen Schwefel, und daß er weder durch Lagern noch durch Sterilisieren bei Überdruck seine Elastizität und seine sonstigen Eigenschaften verliert. Die zur Herstellung des Gummistopfens verwandten Materialien sind in Wasser, in Alkohol, in schwacher Säure und schwacher Lauge unlöslich, sodaß eine Beeinflussung des Anästheticums nicht auftreten kann. Im Haushalte und in den Konservenfabriken bringt man den Gummidichtungen schon seit Jahrzehnten beim Konservierungsverfahren in viel größerem Umfange das vollste Vertrauen entgegen; warum sollten sich nicht auch die Gummiverschlüsse in der gleichen Weise für medizinische Produkte und Medikamente bewähren!

Die Größe der Stopfen ist gleichfalls sorgfältig festgelegt worden und zwar so, daß sie einen hermetischen, für die Bakterien undurchdringlichen Verschluß gewährleistet. Die mit dem Gummistopfen versehenen

Glasröhrchen werden in einem Autoklaven bei 125° C. 45 Minuten lang sterilisiert. Beim darauf folgenden Abfüllen der Carpulen durch Vakuum wird automatisch erreicht, daß alle im geringsten undichten Carpulen ausgeschieden werden, da ja in diesen kein Vakuum erzeugt werden kann. Außerdem scheiden die Stopfen, die zu locker sitzen, aber an sich noch dicht sein können, bei dieser Gelegenheit aus, da sie in das Innere des Röhrchens hineingezogen oder aber beim Durchstich der Füllnadel hineingedrückt werden. Auch die Befürchtungen wegen des Alters der Gummistopfen dürften nicht stichhaltig sein: Veränderungen dieser Art können erst nach Jahrzehnten in die Erscheinung treten, an den Stellen, die mit der Flüssigkeit ständig in Berührung sind, also an den beiden inneren Flächen, kann sogar ein längerer Zeitabschnitt in Betracht kommen. Im übrigen wird man weder Carpulen noch Ampullen oder sonstige Medikamente jahrzehntelang aufbewahren.

Um eine erschöpfende Darstellung über das Carpule-System zu geben, muß noch auf einige Vorzüge eingegangen werden. Man kann ein und dieselbe Carpule zu zwei verschiedenen Injektionen verwenden. Wird dagegen eine Ampulle geöffnet und der ganze Inhalt für eine Injektion nicht benötigt, so ist der Rest der Ampulle verloren, da eine Zersetzung und Gelbfärbung des Suprarenins bei dauernder Luftzufuhr eintritt. Bei der Verwendung einer Carpule zu mehreren Injektionen muß man nur darauf achten, daß während des Herausziehens der Kanüle aus dem Gewebe der Druck nicht vermindert wird, und daß sofort nach dem Herausnehmen einige Tropfen der Lösung durch die Kanüle hinausgespritzt werden. Ein Zurückströmen der Flüssigkeit aus der Kanüle muß unter allen Umständen verhindert werden. Gelingt dies, so kann die teilweise ausgespritzte Carpule beliebig lange aufbewahrt und zu weiteren Injektionen verwendet werden.

Bei den Carpulen und Kanülen kann leicht Vorsorge getroffen werden für eine einwandfreie Aufbewahrung und Desinfektion vor der Injektion. Man bewahrt eine kleine Menge Carpulen in einem Gefäß mit 76%igem Alkohol auf und zwar derart, daß die Carpulen mit dem Nadelstopfen nach unten stehen. Es genügt jedoch auch, wenn man kurz vor der Injektion den Stopfen mit Jod bepinselt oder in Alkohol taucht und abbrennt. An sich besteht keine Gefahr, daß durch die Nadel Keime in die Lösung gebracht werden können. Die Kanüle sterilisiert man am besten, wenn man sie nach jeder Injektion mit Alkohol gut durchspült; um dieses Durchspülen rationell zu gestalten, nimmt man eine ausgespritzte Carpule, entfernt den Nadelstopfen und füllt sie mit Alkohol, worauf sie wieder mit dem Nadelstopfen verschlossen werden muß. Nun kann man die mit Alkohol gefüllte Carpule genau so in die Spritze einführen wie jede andere. Um den Alkohol nicht zu verlieren und zur nächsten Spülung eine mit Alkohol gefüllte Carpule bereit zu haben, stecke man vor dem Durchspritzen die Kanüle in eine weitere leere Carpule, sodaß die Spitze den Nadelstopfen gerade durchbohrt; nun kann man den gesamten Alkohol in die zweite Carpule spritzen; man muß jedoch den Nadelstopfen festhalten, damit er nicht aus dem Glaszylinder gedrängt, sondern der Kolbenstopfen zurückgedrückt wird. Nun ist diese Carpule zur nächsten Spülung bereit. Es erweist sich als vorteilhaft, wenn man die alkoholgefüllten Carpulen als solche kennzeichnet, um verhängnisvollen Verwechslungen zu begegnen.

Eine Gegenüberstellung der zu einer Injektion erforderlichen Vorbereitungen soll nochmals kurz die Vorteile des Carpule-Systems vor den anderen bisher gebräuchlichen Spritzen veranschaulichen.

Spritze fertig montieren d. h. Kanüle aufsetzen.	Zerlegen der Spritze
Auskochen	Auskochen
	Zusammensetzen der Spritze (Gefahr der Reinfektion)
	Sterilisieren der Kanüle
	Montieren der Kanüle
Desinfektion des Nadelstopfens	Desinfektion des Ampullenäußern
Einführung der Carpule in die Spritze	Anfeilen und Abbrechen des Ampullenhalses (Infektionsgefahr)
	Aufsaugen der Lösung
Injektion	Injektion

Es ist hieraus klar ersichtlich, daß bei dem Carpule-System die Infektionsgefahr auf ein Mindestmaß herabgesetzt ist, und daß die zur Injektion notwendigen Vorbereitungen viel weniger Zeit in Anspruch nehmen als bei dem bisherigen System mit Stempelspritze und Ampulle.

Auf Anregung und unter Anleitung von Professor Dr. Blessing stellte ich an zahlreichem Patientenmaterial der Universitätszahnklinik in Heidelberg Versuche an, welche ein vollständig befriedigendes Ergebnis brachten; es waren weit weniger Fälle von Nachschmerzen zu verzeichnen als bei Anwendung der früheren Systeme, eine Folge der größtmöglichsten Sterilität der Carpulen.

Bei den Versuchen, die ich am eigenen Oberarm mit AA Lösung vornahm, konnte ich folgende Wahrnehmungen feststellen. Als nach dem Einstich sofort mit dem Injizieren begonnen wurde, zeigte sich kurz darnach im Umkreis der Injektionsstelle Anästhesie, sodaß man die Nadel schmerzlos weiter ins Gewebe einführen konnte. Die Anästhesie war nach 50 bis 60 Minuten verklungen, ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen; auch bei der Anwendung der höher prozentigen Lösung trat nach dem Abklingen der Anästhesie keine Reizwirkung ein.

Von den in den zahnärztlichen Zeitschriften enthaltenen Berichten über die Vorzüge und Erfahrungen mit dem Carpule-System mögen nur wenige kurz aufgeführt werden. So schreibt Klöser: „... Seitdem die J. G. die Carpule übernommen hat, sind meines Wissens keine Klagen mehr laut geworden. Nachdem ich etwa 1000 Carpulen verwandt habe, würde ich nie wieder zu einer anderen Spritze greifen."

Merz berichtet: „... Nunmehr gebrauche ich die Carpule seit geraumer Zeit und bin in jeder Hinsicht damit zufrieden. Meine früher verwandte Rekordspritze ist so gut wie überflüssig geworden. Täglich mache ich sämtliche Injektionen mit der Carpule-Novokain-Suprarenin-Lösung und bin damit äußerst zufrieden. Die Handhabung ist sehr einfach. Verfärbungen der Lösung habe ich persönlich noch nie beobachtet, und sie sind auch seitens der mir befreundeten Kollegen nicht mehr berichtet worden. Auch ich bin überzeugt von der absoluten Sterilität der Lösung, da ich bisher nie nach der Injektion, wie es früher ab und zu vorkam, eine Komplikation, die auf Nichtsterilsein zurückgeführt werden könnte, gesehen habe. Auch über ein gelegentliches Platzen der Carpule kann ich nichts berichten."

Librowicz führt aus: „... Ich ging mit gemischten Gefühlen an die Carpule, lediglich der besseren Sterilisationsmöglichkeit wegen. Bisher habe ich noch keinen Mißerfolg gehabt. In der ersten Zeit platzte mir einmal eine Carpule während der Injektion. Das lag daran, daß der Kolben nicht zentral auf die Mitte des oberen Gummistopfens drückte, sondern seitlich. Dadurch entsteht ein ungleicher Druck in der Carpule, der das Platzen des Glases bewirkte."

Berlin erwähnt unter anderem: „Eine Verfärbung der Lösung habe ich nie bemerkt und ich möchte behaupten, daß ich seit Benutzung der Spritze weit weniger Nachschmerzen zu verzeichnen habe als vordem."

Dreher urteilt über das Carpule-System: „Ich besitze die Cookspritze (Carpule) ungefähr ein Jahr und habe damit 800 Injektionen ausgeführt ... Eine Hämolyse oder irgendwelche Gewebereizungen durch Lösung wurden von mir nicht beobachtet."

Käsbohrer faßt die Vorzüge des Carpule-Systems wie folgt zusammen:

1. Rasches und leichtes Sterilisieren der Spritze (kein Springen der Glaszylinder).
2. Ausschluß einer Sekundär-Infektion der Flüssigkeit beim Umfüllen.
3. Bequemeres Arbeiten infolge Wegfall des Umfüllens.
4. Möglichkeit eine Carpule für mehrere Injektionen zu verwenden.

Das Carpule-System wurde in dieser Abhandlung von neutralem Standpunkte aus eingehend und allseitig betrachtet. Als Ergebnis dieser Betrachtung kann festgestellt werden, daß das Carpule-System seine praktische Eignung restlos und einwandfrei erwiesen hat. Der vorurteilsfreie Beurteiler muß zugeben und bestätigen, daß dieses System seine wesentlichen Vorzüge gegenüber den bisher gebrauchten Spritzen hat, und daß damit auf dem Gebiet des Injektionsverfahrens ein bedeutender Fortschritt erreicht wurde. Auch der schärfste Kritiker und Widersacher muß anerkennen, daß das Carpule-System für den vielbeschäftigten Praktiker die Gewißheit einer bedeutenden Verringerung der Infektionsgefahr, ferner eine große Erleichterung und Zeitersparnis gebracht hat, und daß es eine Verbesserung von solchem Ausmaß und von solcher Bedeutung darstellt, daß man nicht achtlos an dieser Neuerung vorübergehen kann. Mancher, der in der Praxis die ersten Versuche mit dem Carpule-System anstellt, glaubt, noch kleine Nachteile zu finden; diese Beanstandungen resultieren nicht selten aus

der Ungewohntheit in der Handhabung. Dieser Umstand sollte aber nicht entmutigen, sondern anspornen, das Carpule-System recht häufig zu gebrauchen, um recht bald Meister in der Anwendung desselben zu sein. Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich den aufrichtigen Wunsch aussprechen, das Carpule-System möge im Interesse einer möglichsten Vervollkommnung der Injektionstechnik eine zahlreiche Anhängerschaft und weite Verbreitung finden zum Wohle aller Menschen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Blessing, Leiter der Universitätszahnklinik in Heidelberg, für die freundlichen Anregungen und Ratschläge, sowie für die Überlassung der Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literatur-Nachweis

Baumgärtel	D. Z. W. 1928 Nr. 20
„	Münch. m. W. 1920 Nr. 30
Berlin	Za Ru 1929 Nr. 50
Blessing	D. M. f. Z. 1929 Nr. 18
Blum	Za Ru 1927 Nr. 45
Braun	Die örtliche Betäubung 1925
Cook-Carpule	Za Ru 1927 Nr. 43
Donat	Za Ru 1927 Nr. 19
Dreher	Za Ru 1927 Nr. 48
Eckart	Za Ru 1927 Nr. 49
Eulenburg	Die hypodermatische Injektion der Arzneimittel 1867
Fischer	Die örtliche Betäubung in der Zahnheilkunde 1926
„	F. d. Z. 1928 Nr. 1
Hart	Med. Klinik 1921 Nr. 22
Herrmann	Za Ru 1928 Nr. 3
Käsbohrer	Za Ru 1927 Nr. 27
Klöser	Za Ru 1929 Nr. 46
Krause	Za Ru 1927 Nr. 24
Krause	Za Ru 1928 Nr. 24
Librowicz	Za Ru 1929 Nr. 49
Mählmann	Z. Be. 1929 Nr. 1
Merz	Za Ru 1929 Nr. 48
Münch	Za Ru 1927 Nr. 27
„	Nr. 34
„	Nr. 42
„	1928 Nr. 18
„	Nr. 19
„	Nr. 21
„	Nr. 22
„	D. Z. W. 1928 Nr. 4
Reinmöller	F. D. Z. 1928 Nr. 2
Schultz	Dr. Diss. Bonn
Schumann	D. M. f. Z. 1928
v. Suchtelen	Gummi und Entkeimungsfragen im C. S.
„	Untersuchungen von Durchlässigkeit von Gummiverschlüssen
Treitel	D. Z. W. 1927 Nr. 17

LEBENSLAUF

Ich bin geboren zu Mannheim am 10. Mai 1906 als Sohn des Hauptlehrers Wilhelm Schmitt und seiner Ehefrau Maria, geb. Greis. Nachdem ich die Kinderjahre im elterlichen Hause mit meinem jüngeren Bruder verlebt hatte, kam ich mit dem 7. Lebensjahre in die Volksschule meiner Heimatstadt. Im Herbst 1916 trat ich in das Realgymnasium I in Mannheim ein, woselbst ich auch nach abgelegtem Abitur das Zeugnis der Reife erhielt.

Seit Sommersemester 1926 war ich Studierender der Zahnheilkunde an der Universität Heidelberg; am Ende des Sommersemesters 1927 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung und am 4. Dezember 1929 das zahnärztliche Staatsexamen daselbst.